

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06265952 A**

(43) Date of publication of application: **22.09.94**

(51) Int. Cl.

**G02F 1/37**  
**H01S 3/094**  
**H01S 3/109**

(21) Application number: **05054010**

(22) Date of filing: **15.03.93**

(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**

(72) Inventor: **TODORI KENJI**  
**MORI YASUSHI**

**(54) OPTICAL WAVELENGTH CONVERTING ELEMENT**

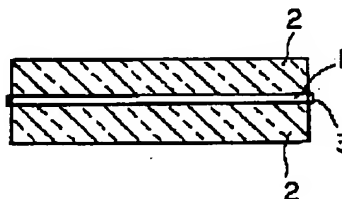
of unconverted light in the fundamental wave is unnecessary.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

**PURPOSE:** To provide the optical wavelength converting element which has a high conversion efficiency and does not require the processing of unconverted light of an incident fundamental wave by shutting the fundamental wave, which is made incident on a waveguide part, in the waveguide part to allow it to resonance so that it is not radiated out of the optical wavelength converting element.

**CONSTITUTION:** A waveguide part 1 consisting of a nonlinear optical material, a waveguide support part 2 which is arranged as one body together with the waveguide part 1, and a reflecting film 3 which is arranged as one body on both end faces in the guiding direction of the waveguide part 1 and reflects the fundamental wave made incident on the waveguide part 1 are added to make a resonator of the optical wavelength converting element. Thus, the power of the fundamental wave is accumulated in the resonator, and the efficiency of conversion to the second or third harmonic wave is considerably improved. Since the incident fundamental wave is shut in the waveguide part 1, the postprocessing



---

Title of the Prior Art

Japanese Published Patent Application No.6-265952

Date of Publication: September 22, 1994

Concise Statement of Relevancy

Translation of Paragraph [0004]

Further, since most part of fundamental waves will not be converted by the conventional optical wavelength converting element, processing of unconverted light is sought. That is, since unconverted fundamental waves among the fundamental waves which are incident from a facet are irradiated to outside the optical wavelength converting element, there arises a problem that the scattered light, especially the existence of invisible infrared light, may cause danger.

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-265952

(43)公開日 平成6年(1994)9月22日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/37		9316-2K		
H 0 1 S 3/094		8934-4M		
3/109		8934-4M	H 0 1 S 3/ 094	S

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平5-54010

(22)出願日 平成5年(1993)3月15日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 都島 顕司

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 森 享

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

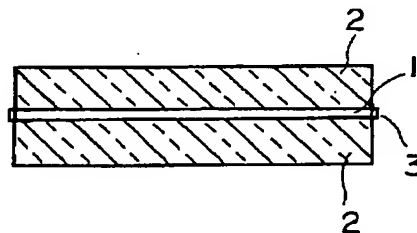
(74)代理人 弁理士 須山 佐一

(54)【発明の名称】 光波長変換素子

(57)【要約】

【目的】 変換効率が高く、入射基本波の未変換光の処理も要しない光波長変換素子を提供する。

【構成】 非線形光学材料から成る導波部(コア)1と、前記導波部1に一体的に配設されたアモルファス材料から成る導波支持部(クラッド)2と、前記導波部1の導波方向両端面にそれぞれ一体的に配設され、導波部1に入射された基本波を反射する反射膜3とを具備する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非線形光学材料から成る導波部と、前記導波部に一体的に配設されたアモルファス材料から成る導波支持部と、前記導波部の導波方向両端面にそれぞれ一体的に配設され、導波部に入射された基本波を反射する反射膜とを具備して成ることを特徴とする光波長変換素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、レーザー光を用いる情報処理などにおいて使用される光波長変換素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 レーザ光を利用したオプトロニクス分野においては、たとえば光記録などを行う際の情報密度を上げるため、光源の短波長化、高出力化、小形化の要求が高まっている。そして、この光源に関しては、小形、安価で、かつ注入電流で直接変調が可能な半導体レーザーを一般的に利用しているが、この種の半導体レーザーは、波長 600nm以下の発振が困難であるため、非線形光学ファイバや非線形光導波管などを用いて、入射波の 1/2、もしくは 1/3 の波長である第二高調波発生 (SHG)、もしくは第三高調波発生 (THG) を行い、波長の短波長化が試みられている。ここで、半導体レーザーと組み合わせる光波長変換素子としては、クラッド (導波支持部) としてのガラス製もしくはプラスチック製のキャピラリー内部に、非線形光学効果を有する有機単結晶、より具体的には SHG 活性や THG 活性の有機単結晶をコア (導波部) として充填して成るファイバー型の光波長変換素子、あるいは同じく非線形光学効果を有するニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ ) など無機化合物を導波部とする平面型の光波長変換素子がよく知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記光波長変換素子の場合、いずれも変換効率が低い状況にあり、実用化において問題がある。たとえば、ファイバー型の光波長変換素子の場合、発生した第2高調波または第3高調波の集光やエネルギーの分散を避けるため、入射される基本波の横モードを単一に設定する必要があり、そのためにコア径を、たとえば  $1\mu\text{m}$  程度と、基本波の波長程度まで小さくすると、入射時のカップリング効率が大幅に低下し、所望の機能が得られない。また、特に非線形光学効果を有する有機単結晶を用いたファイバー型の光波長変換素子の場合、製造時にコアとクラッドとの間に隙間が生じるため、この隙間において第2高調波または第3高調波のチェレンコフ放射の損失が問題となる。すなわち、非線形光学効果を有する有機単結晶を用いたファイバー型の光波長変換素子は、先ず長さ数10cmのガラス製のキャピラリーの内部に、前記 SHG 活性、もしくは THG 活性の有機単結晶を恒温炉内で成長

させ、キャピラリーをクラッド、有機単結晶をコアとするファイバーを作製した後、このファイバーを 5~10mm 程度の長さ切断することにより一般的に製造されている。このとき、前記有機単結晶を成長させる段階で、クラッドのガラスとコアの非線形光学効果を有する有機単結晶との熱膨脹率の違いから、コアとクラッドとの間に隙間が生じる。そして、前記コアとクラッドとの隙間の屈折率が約 1.0 で、コアおよびクラッドの屈折率と大きく異なるので、この屈折率の相違がチェレンコフ放射条件を変化させて、変換効率の低減をもたらしている。

【0004】 さらに、従来の光波長変換素子の場合、大部分の基本波は変換されることがないので、未変換光の処理が求められている。つまり、一端面から入射させた基本波のうち、変換されない基本波が光波長変換素子外に放射されるため、その散乱光、特に目に見えない赤外光の存在が危険性を及ぼすという問題がある。

【0005】 本発明は上記事情に対処してなされたもので、変換効率が高く、入射基本波の未変換光の処理も要しない光波長変換素子の提供を目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る光波長変換素子は、非線形光学材料から成る導波部と、前記導波部に一体的に配設されたアモルファス材料から成る導波支持部と、前記導波部の導波方向両端面にそれぞれ一体的に配設され、導波部に入射された基本波を反射する反射膜とを具備して成ることを特徴とする。

【0007】 本発明に係る光波長変換素子は、いわゆるファイバー型もしくは平面型の光波長変換素子に、共振作用を持たせるため、導波部の両端面に基本波を反射する反射膜を配設することを骨子とする。つまり、本発明は、必ずしも導波部の端面から基本波を入射せずに、導波部の周面側から入射した場合でも、所要の光波長変換機能を十分に呈することに着目して成されたものである。ここで、導波部両端面に付設する反射膜は、たとえば Au, Ag, Al, 誘電体多層膜などが挙げられ、基本波に対して反射率が高いほど望ましい。

【0008】 なお、本発明において、前記導波支持部とは、ファイバー型の光波長変換素子の場合クラッド、平面型の光波長変換素子の場合基板に相当し、また、前記導波部とは、ファイバー型の光波長変換素子の場合コア、平面型の光波長変換素子の場合導波路に相当する。さらに、本発明において、非線形光学材料として有機単結晶を用いてファイバー型の光波長変換素子を構成する場合、基本波の波長における屈折率がコアの屈折率よりも低く、かつ融点が前記有機単結晶およびクラッドで使用されたアモルファス材料よりも低い有機高分子化合物を充填剤として、コアとクラッドとの隙間に注入・充填しておくことが好ましく、この様な充填剤の注入・充填はたとえば毛細管現象を利用することにより容易に行うことができる。

## 【0009】

【作用】本発明によれば、ファイバー型や平面型の光波長変換素子の導波部の両端面に、入射した基本波を反射する反射膜を付設して、光波長変換素子を共振器化した構成と成すことにより、基本波のパワーが共振器内に蓄積され、第2高調波または第3高調波への変換効率が大幅に向上する。なお、この構成では、導波部端面からは基本波を導入し得ないが、導波部の周面側（たとえば反射膜が付設されたクラッド端面部などや主面側）から基本波を導波部に入射させることが可能である。また、入射した基本波は導波部の内部に閉じ込められるため、基本波中の未変換光の後処理も不要となる。

【0010】なお、前記共振器化した構成の、光波長変換素子内部に立つ波動の縦モード周波数間隔 $\Delta\nu$ は、導波部の屈折率を $n$ 、光速を $c$ 、共振器長を $L$ とすると、 $\Delta\nu = c / (2 \cdot n \cdot L)$

で示される。ここで、 $c = 3 \times 10^8$  m/s,  $n = 1.7$ ,  $L = 0.01$  m とすると、 $\Delta\nu = 8.8 \times 10^9$  となるので、これ以上の半値幅をもつレーザー光を基本波として入射させた場合、縦モードが立つことになり、 $1 \times 10^{12}$  Hz程度の周波数半値幅をもつ光を発振できる大部分の半導体レーザーについては、前記条件を満たすことができる。

## 【0011】

【実施例】以下図1～図4を参照して本発明の実施例を説明する。

## 【0012】実施例1

この実施例は、本発明を光ファイバー型の第2高調波発生素子に適用した例である。

【0013】図1は第2高調波発生素子の要部構成例を示す縦断面図、図2はこの第2高調波発生素子の使用態様例を模式的に示す縦断面図である。

【0014】先ず、図1において、1は4-(N,N-ジメチルアミノ)-3-アセトアミドニトロベンゼン (DAN) から成る直径  $1 \mu\text{m}$  のファイバー状の導波部 (コア)、2は前記導波部1の外周面を一体的に被覆する厚さ約 0.5mm のガラスから成る導波支持部 (クラッド)、3は前記導波部1の両端面に、たとえば気相成長によって被着形成されたAuから成る反射膜であり、このとき反射膜3の周辺部が導波支持部2端面を一部または全部被覆してもよい。

【0015】また、上記構成においては、基本波として入射される cwYAGレーザー光の波長 $\omega$ における導波部1および導波支持部2の屈折率はそれぞれ $n_c(\omega) = 1.720$ ,  $n_k(\omega) = 1.718$ でかつ第2高調波の波長 $2\omega$ における導波支持部2の屈折率は $n_k(2\omega) = 1.722$ で、 $n_k(\omega) < n_c(\omega) < n_k(2\omega)$  のチェレンコフ放射条件が成立する。

【0016】前記構成の第2高調波発生素子について、図2に模式的に示すごとく、導波部1の端面に付設された反射膜3の外側から、集光レンズ10を用いて cwYAGレ

レーザーを光源11とした波長1064nm, パワー 500mWの基本波をリング状に入射したところ、第2高調波パワー約80mW, 波長 532nmの第2高調波8が2方向へ発生した。この第2高調波発生は、前記反射膜3を付設しない外は同一構成とし、同一条件で第2高調波を発生した場合 (比較例) の第2高調波パワー 5mWに較べて遥かに大きい変換効率である。

【0017】なお、上記第2高調波発生素子の構成において、さらに導波部 (コア) 1と導波支持部 (クラッド) 2との隙間に、たとえば屈折率1.54のポリエチレン樹脂を130℃の熔融状態として、毛細管現象により注入・充填した場合、約 100mWの第2高調波パワーが発生した。そして、本発明に係る第2高調波発生素子の場合には、いずれも入射した基本波が外部で観測されなかった。

## 【0018】実施例2

この実施例は本発明を平面型の第2高調波発生素子に適用した例であり、図3はその要部構成例を示す縦断面図、図4は第2高調波発生素子の使用態様例を模式的に示す縦断面図である。

【0019】図3において、導波支持部5は厚さ 2mm程度のニオブ酸リチウムから成る基板、4は前記導波支持部5面上に形成されたプロトン交換型ニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ ) から成る厚さ  $1 \mu\text{m}$  程度の薄膜導波部であり、反射膜6は前記導波部4の両端面に、たとえばエビタキシャル成長によって被着形成されたAuでそれぞれ構成されている。

【0020】また、上記構成においては、基本波として入射される cwYAGレーザー光の波長 $\omega$ における導波部4および導波支持部5の屈折率をそれぞれ $n_g(\omega)$ ,  $n_s(\omega)$ 、第2高調波の波長 $2\omega$ における導波支持部5の屈折率を $n_s(2\omega)$ としたとき、 $n_s(\omega) < n_g(\omega) < n_s(2\omega)$  のチェレンコフ放射条件が成立する。

【0021】前記構成の第2高調波発生素子について、図4に模式的に示すごとく、導波部4の主面から、集光レンズ10およびプリズム7を用いて cwYAGレーザーを光源11とした波長1064nm, パワー 500mWの基本波を入射したところ、第2高調波パワー約70mW, 波長 532nmの第2高調波9が2方向へ発生した。この第2高調波発生は、前記反射膜6を付設しない外は同一構成とし、同一条件で第2高調波を発生した場合 (比較例) の第2高調波パワー 3mWに較べて遥かに大きい変換効率である。また、本発明に係る第2高調波発生素子の場合には、入射した基本波が外部で観測されなかった。

【0022】なお、上記光波長変換素子の構成例において、ファイバー型の場合、導波部を成す有機単結晶として、2-メチル-4-ニトロアニリン (MNA), N-(4-ニトロフェニル)-(S)-プロリノール (NPP), 3-メチル (2,4-ジニトロフェニル) アミノプロピオネート (MAP) などを

5

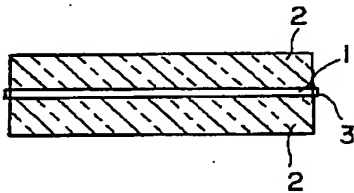
用いても、また平面型の場合、プロトン交換型ニオブ酸リチウム以外の、他の非線形光学効果を有する無機化合物を用いても、同様に高い変換効率を得られ、かつ未変換光に対する処理も不要な光波長変換素子として機能し得る。

# 【0023】

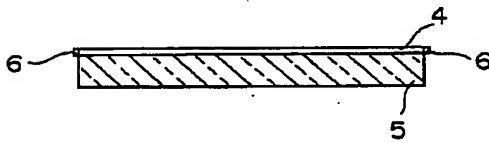
【発明の効果】上記説明したごとく、本発明に係る光波長変換素子によれば、導波部に入射された基本波は導波部内部に閉じ込められ共振し、光波長変換素子外に放射されないため、第2高調波または第3高調波±k変換効率が著しく向上し、かつ危険性を考慮した基本波の未変換光の後処理も不要となる。

# 【図面の簡単な説明】

## 【図1】



## 【図3】



6

【図1】本発明に係るファイバー型の第2高調波発生素子の要部構成例を示す縦断面図。

【図2】本発明に係るファイバー型の第2高調波発生素子の使用態様例を模式的に示す縦断面図。

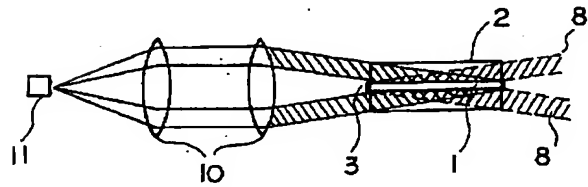
【図3】本発明に係る平面型の第2高調波発生素子の要部構成例を示す縦断面図。

【図4】本発明に係る平面型の第2高調波発生素子の使用態様例を模式的に示す縦断面図。

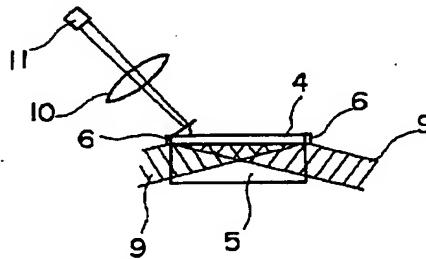
# 【符号の説明】

- 1, 4…導波部      2, 5…導波支持部      3, 6…反射膜      7…プリズム  
8, 9…第2高調波      10…集光レンズ      11…光源

## 【図2】



## 【図4】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
【部門区分】第6部門第2区分  
【発行日】平成13年1月19日(2001. 1. 19)

【公開番号】特開平6-265952  
【公開日】平成6年9月22日(1994. 9. 22)  
【年通号数】公開特許公報6-2660  
【出願番号】特願平5-54010  
【国際特許分類第7版】

G02F 1/37  
H01S 3/094  
3/109

【FI】

H01S 3/094 S  
G02F 1/37  
H01S 3/109

【手続補正書】

【提出日】平成12年3月14日(2000. 3. 14)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 非線形光学材料から成る導波部と、前記導波部に一体的に配設されたアモルファス材料から成る導波支持部と、前記導波部の導波方向両端面に選択的にそれぞれ一体的に配設され、導波部に入射された基本波を反射する反射膜とを具備して成ることを特徴とする光波長変換素子。